

ケミカルガーデン反応と地下環境科学 Chemical garden reaction and underground environmental science

佐藤 久夫^{1*}
Hisao Satoh^{1*}

¹ 三菱マテリアル株式会社

¹Mitsubishi Materials Corporation

私たちの物質文明を支えているのは物質科学である。その創造された物質の中でも最も大事なものの一つとして、建築材料であるセメント物質が挙げられる。セメントは水酸化カルシウムであるポルトランドイト結晶と、クリンカーであるエーライト、ビーライトなどの可溶性ケイ酸塩の水和過程でできるケイ酸カルシウム水和物 C-S-H で構成される。このセメント水和反応によってダムに求められる止水性が生まれ、粒子の超微細組織によってビルやトンネルに求められる高い圧縮強度が得られるが、それらは、セメント空隙中でおこるナノスケールの結晶成長によって生み出されるものである。

C-S-H は結晶構造が厳密には決定されておらず、短周期の非晶質部とトバモライト結晶部の混合体であると考えられている (Pellenq et al. 2009)。その結晶成長過程では、過飽和度に応じて結晶形態が変化することが多く先行研究によって明らかになっている (Cartwright et al., 2002)。低過飽和条件では膜状からチューブ状の植物様の構造体を作るとされており、この反応はケミカルガーデン反応として知られている。

この反応は Ca^{2+} やそれに類する Me^{2+} の供給がケイ酸溶液中にあれば起こるが、溶解中の岩石表面においても起きることがわかった。その反応はアルカリ溶液が岩石亀裂を通過すれば常に起こるが、反応生成物のモル体積が増大するため、溶液の通水は最終的には阻止 (クログ) される。この性質がセメントの高い止水性を生み出しているが、岩石においても、アルカリ環境下ではセメントと同様に止水性能があると考えられる。

今回の実験では、差圧一定の元で花崗岩表面に設けた人工亀裂へアルカリ溶液を通水させて流量測定をモニターし、結果的に生じた C-S-H を回収、観察し、形成過程を結晶成長の観点から考察した。現在、地下環境における多くの反応は、人工的な建造物に使用されているセメントによるアルカリ地下水が関与するが、その将来予測には C-S-H の成長挙動の知見が必要となる。

キーワード: C-S-H, アルカリ溶液, ナノ構造, ケミカルガーデン

Keywords: C-S-H, alkaline solution, nano texture, chemical garden